

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. September 2004 (30.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/083125 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C02F 1/20,
9/00, B09B 3/00, C02F 3/28

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000546

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2004 (17.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 11 904.3 17. März 2003 (17.03.2003) DE
10 2004 003 458.3 22. Januar 2004 (22.01.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ISKA GMBH [DE/DE]; Hertzstrasse 26, 76275 Et-
tlingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIDMER, Christian
[CH/CH]; Hoelzlistrasse 9, CH-4102 Binningen (CH).
SCHMIED, Martin [DE/DE]; Unterm Hestenberg 5,
58540 Meinertshagen (DE). ENGELHARD, Thomas
[DE/DE]; Am Waseme 1, 76474 Au am Rhein (DE).

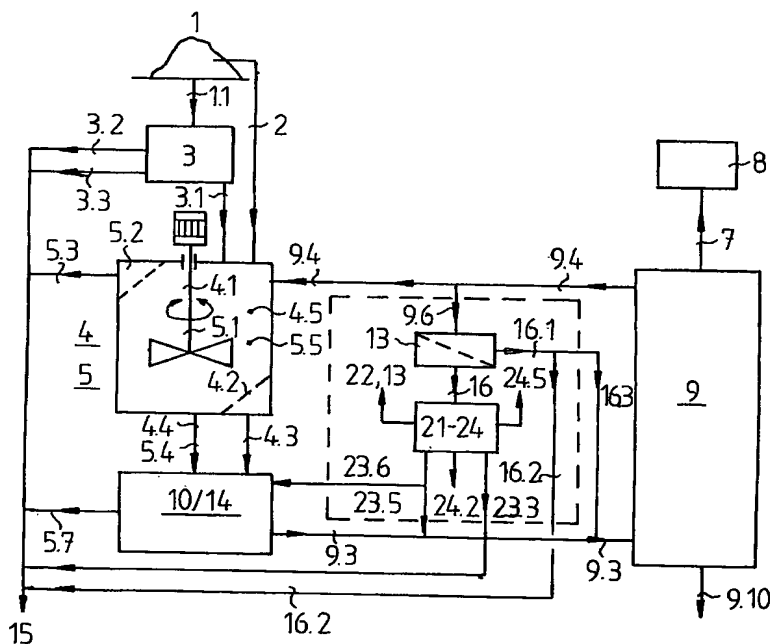
(74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER
RÖSS KAISER POLTE; Bavariaring 10, 80336 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND HYBRID REACTOR FOR PROCESSING RESIDUAL WASTES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND HYBRIDREAKTOR ZUR RESTMÜLLAUFBEREITUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for mechanical and biological processing of wastes, in particular residual wastes consisting of physico-chemical processing (PCA) for removing nitric acid from processed water which is exempt of organic components. Said invention also relates to a hybrid reactor consisting of a fixed bed, a sludge extraction device and a device for supernatant destruction.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart ist ein Verfahren zum mechanischen und biologischen Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll, wobei eine physikalisch chemische Aufbereitung (PCA) zur Entstickung eines von organischen Bestandteilen befreiten Prozesswassers vorgesehen ist, sowie ein Hybridreaktor mit einem Festbett, einer Schlammaustrags einrichtung und einer Einrichtung zur Zerstörung einer Schwimmdecke.

Beschreibung

Verfahren und Hybridreaktor zur Restmüllaufbereitung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Hybridreaktor zur Aufbereitung von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 21.

10

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der PCT/EP02/09855 bekannt. Ein Problem bei diesem Abfallaufbereitungsverfahren ist die Behandlung des bei der biologischen Aufbereitung verwendeten Prozesswassers. Dieses ist mit Organik beladen, die vor dem Einleiten in eine Kläranlage/Kanalisation beseitigt werden muss. Es ist angestrebt, das Prozesswasser im Kreislauf zu fahren, wobei die von Organik befreite Prozesswasserfraktion als Kreislaufwasser zur biologischen Aufbereitung zurückgeführt wird.

20

Es zeigte sich jedoch, dass sich bei den herkömmlichen Lösungen die für eine störungsfreie Durchführung des Prozesses und die für die gesetzlichen Auflagen erforderlichen Minimalkonzentrationen an Organikbestandteilen im Prozesswasser nur mit erheblichem vorrichtungstechnischen Aufwand unterschreiten lassen.

25

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und einen Hybridreaktor zur Aufbereitung von Abfallstoffen zu schaffen, bei dem die Aufbereitung des Prozesswassers gegenüber herkömmlichen Lösungen vereinfacht ist.

30

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und einen

35

Hybridreaktor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 21 gelöst.

5 Demgemäß enthält das Verfahren einen Prozesswasser-
aufbereitungsschritt bei dem eine Entstickung des von
Organik befreiten Prozesswassers erfolgt, so dass dieses
entstickte Prozesswasser wieder dem Prozess oder einer
weiteren Aufbereitung zuführbar ist.

10 Diese Entstickung erfolgt vorzugsweise in einer
Strippereinrichtung mit einer Stripperkolonne, in die im
Gegenstrom zum eingedüsten Prozesswasser Luft eingeblasen
wird und der eine Katalysatorkolonne zu Umsetzung des
Ammoniakgases in Stickstoff nachgeschaltet ist.

15 Eine andere Alternative sieht eine Strippereinrich-
tung mit einer Stripperkolonne vor, in die im Gegenstrom
zum eingedüsten Prozesswasser Sattedampf eingedüst wird
und der ein Kühler zum Kondensieren des austretenden
20 Dampfgemisches nachgeschaltet ist.

Wahlweise können mehrere gleichartige oder unter-
schiedliche Strippereinrichtungen miteinander kombiniert
werden.

25 Die Effektivität des Prozesses lässt sich weiter ver-
bessern wenn vor den Strippereinrichtungen Lauge zugege-
ben wird. Durch diese Lauge wird der pH-Wert des Prozess-
wassers angehoben und Ammoniakgas im Prozesswasser ge-
30 löst.

Mit der erfindungsgemäßen Prozesswasseraufbereitung
kann Trübwasser bzw. Austrittswasser aus einer Perkola-
tion, einem Stoffflöser (Pulper) oder einem anaeroben
35 Prozess aufbereitet werden. Bisher mussten die Prozess-
wasseraufbereitungsverfahren individuell an den Typ der

biologischen Aufbereitung des Abfallstoffes angepasst werden.

Der Anteil an Feststoffen im Prozesswasser lässt sich
5 durch eine Ultrafiltration weiter verringern. Dieser
Ultrafiltration kann eine Fällung von Chloriden, Phosphaten etc. zugeordnet sein.

Die biologische Prozesswasseraufbereitung erfolgt
10 vorzugsweise mit Hilfe eines Hybridreaktors, der an
seinem Boden eine Schlammaustragsvorrichtung und an
seinem Kopf eine Einrichtung zur Zerstörung einer entstehenden Schwimmdecke hat.

15 Zur Entschwefelung des entstehenden Biogases kann in
den Kopf des Reaktors Luft oder Sauerstoff eingedüst
werden.

Zur Verbesserung des Stoffwechselprozesses kann der
20 Hybridreaktor mit einer Gaseinpresseinrichtung versehen
werden, über die das entstehende Schlammbett periodisch
mit einem Druck beaufschlagt wird.

Bei bestimmten Prozessbedingungen ist es vorteilhaft,
25 wenn ein Teil des Feststoffs durch eine Flotation abgetrennt wird.

Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn das mit Organik
beladene Prozesswasser vor der Aufbereitung im Hybridre-
30 aktor einer Sandwäsche unterzogen wird.

Der Sandwäsche kann eine Sandabsatz- und Ausfällungs-
einrichtung nachgeschaltet sein, um den verbliebenen
feinsten Sand abzufiltern und die Ausfällung von Salzen,
35 Inertstoffen, usw. nicht in dem Hybridreaktor durchzuführen.

Feststoffe, Schwimm- und Faserstoffe können in einer Siebstufe abgetrennt werden.

5 Die physikalisch chemische Aufbereitung (PCA) im Anschluss an die Aufbereitung des Prozesswassers im Hybridreaktor kann eine Umkehrosmose zum Abscheiden von Trübwasser, Salzen etc. vom Prozesswasser enthalten.

10 Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Grundschema eines Verfahrens zur aeroben Restmüllaufbereitung mit einer Perkulations- oder Pulper-
15 anlage,

Figur 2 eine Feststoff- und Wasserbehandlung bei einer Perkulation oder einer Pulperung mit anschließenden Trennschritten,

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer PCA-An-
20 lage,

Figur 3.1 eine Hintereinanderschaltung von zwei Stripperkolonnen nach der ersten PCA-Abwasserbehandlung,

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer PCA-An-
lage,

25 Figur 5 eine Kombination der Konzepte nach den Figuren 3 und 4,

Figur 6 eine Gesamtansicht eines Verfahrensschemas zu Restmüllaufbereitung mit einem Hybridreaktor,

Figur 7 einen Hybridreaktor mit vorgeschalteten Sand-
30 absatz- und Füllungsreaktor,

Figur 8 eine Teilansicht eines Verfahrensschemas zur anaeroben Restmüllaufbereitung mit einer Fermentationsanlage und

Figur 9 eine Variante des in Figur 2 dargestellten
35 Verfahrens.

Figur 1 zeigt ein Verfahrensschema für die aeroben Behandlung von belasteten Abfallstoffen, insbesondere mit einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 50% bis 65%, wie z.B. Restmüll, Großküchenabfälle, Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, Gemüse und andere nachwachsende organische Abfallstoffe, Klär- und Gärschlamm und biologische Rückstände aus der Getränkeherstellung, bspw. Maischen.

Die organisch belasteten Stoffe 1 werden entweder über eine direkte Zuführung 2 oder über eine vorgeschaltete mechanische Aufbereitungsanlage 3 einer Perkolationsanlage 4 oder einer Pulperanlage 5 zugeführt.

Die mechanische Aufbereitung 3 weist die Arbeitsschritte Sieben, Sortieren und Zerkleinern auf, wobei der Siebschnitt 3.1 bei einer Korngröße von 50 mm bis 250 mm vorzugsweise einer Perkolationsanlage 4 und bei einer Korngröße > 250 mm vorzugsweise einer Pulperanlage 5 zugeführt wird. Bei einem Siebschnitt 3.1 mit einer maximalen Korngröße von etwa 50 mm wird dieser vorzugsweise einer Trockenfermentationsanlage 6 (Figur 8) zugeführt. Zum Ausscheiden von heizwertreichem und flächigem Material wie Folien, Kartons und Papier ist ein Siebüberlauf 3.2 vorgesehen. Ebenso sind Einrichtungen 3.3 für Sieb- und Sortierschritte zur Ausschleusung von Störstoffen, wie z.B. Maschinenteile, Holzbalken, FE- und NE-Metalle, sowie Inertstoffen und Mineralien in verschiedenen Korngrößen vorgesehen. Die ausgeschiedenen Feststoffe werden je nach ihren Eigenschaften einer Weiterbehandlung 15 oder Verwertung unterzogen. So können bspw. die metallhaltigen Feststoffe an die stahlverarbeitenden Industrie und die holzartigen Feststoffe an die Papierindustrie zurückgeführt werden, sowie die Mineralstoffe oder Mineralien zur Ablagerung auf einer Deponie gelagert werden.

Die Perkolationsanlage 4 kann eine Perkolationsanlage gemäß der deutschen Patentanmeldung DE 196 48 731 A1 sein, bei der organische Bestandteile einer
5 Abfallfraktion in einem Perkolator ausgewaschen werden und der Rückstand nach einer Trocknung beispielsweise verbrannt wird. Des Weiteren ist eine Kastenperkolationsanlage, mit einem liegenden kastenförmigen oder zylindrischen Perkolator, wie z.B. in der
10 WO 97/27158 gezeigt, sowie eine Siedeperkolationsanlage gemäß der deutschen Patentanmeldung DE 101 42 906 A1 verwendbar, gemäß der ein Perkolator im Siedebereich des Prozesswassers betrieben wird.

15 In dem Perkolator bzw. Behälter 4.5 ist ein drehbares mechanisches Rührwerk 4.1 zum Umwälzen und Vermischen eines Haufwerks angeordnet. In den Kopf des Behälters 4.5 wird Auswaschwasser 9.4 eingebracht, durch das die organischen Stoffe aus dem Haufwerk ausgewaschen werden und
20 das dann als organisch hochbelastetes Austrittswasser 4.3 am Fuß des Behälters 4.5 abgezogen wird. Die Austrittsöffnung ist zur Vermeidung vom Feststoffaustritt stromabwärts eines Siebbodens 4.2 angeordnet.

25 Die von der Organik befreiten Feststoffe 4.4 werden über eine Abzugseinrichtung dem Behälter 4.5 entnommen und Trennschritten (Figuren 2,9) mit einer Klassierpresse 10 sowie einer Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt. Das Austrittswasser 4.3 wird direkt der Sinkschwimmtrennung 14
30 zugeführt.

Der mittlere TS-Gehalt im Behälter 4.5 wird durch die Menge des zugeführten Auswaschwassers 9.4 und des organisch hochbelasteten Austrittswassers 4.3, sowie der
35 Verweilzeit bzw. Aufenthaltszeit im Behälter 4.5 bestimmt

und beträgt etwa 20 % bis 35 %. Die Aufenthaltszeit beträgt je nach Anlage 2h bis 50h.

Die alternativ einsetzbare Pulper- bzw. Stoffflöseanlage 5 hat ein Pulpergefäß 5.5, in dem ein schnell laufendes Rührwerk 5.1. zum Entzerren der zugeführten organisch belasteten Stoffe 1 angeordnet ist. Die Organik in dem Haufwerk wird durch Verdünnung mit kopfseitig zugeführten Auswaschwasser 9.4 und durch Scherkräfte des Rührwerks 5.1. in Lösung gebracht.

Großflächige Leichtstoffe 5.3 werden über eine obenliegende mechanische Austrageinrichtung 5.2 zur Weiterbehandlung 15 ausgetragen. Die Austrageinrichtung 5.2 ist ähnlich einer Gabel aufgebaut und hier als Sieb dargestellt. Die gelöste Organik wird mit den Feststoffen 5.4 durch eine bodenseitige Abzugeinrichtung ausgetragen und der Klassierpresse 10 und somit der sich dieser anschließenden Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt.

Der TS-Gehalt in dem Pulpergefäß 5.5 wird durch die Zuführung des Auswaschwassers 9.4 auf 5% bis 10% eingestellt. Der Stoffflöse- und Trennvorgang beträgt in der Pulperanlage 5 etwa 1h bis 3h.

Die bei der Klassierpresse 10 und der Sinkschwimmtrennung 14 anfallenden Stoffströme 5.7 und 9.3 werden als Reststrom 5.7 der Weiterbehandlung 15 und die von den Feststoffen befreite organisch hochbeladene Flüssigkeit 9.3 einer erfindungsgemäßen Biogasanlage 9 (Figuren 1, 6, 7) zugeführt.

So können z.B. aus den Restströmen 5.7 FE- und NE-Metalle oder verwertbare Mineralstoffe und Mineralien zur Ablagerung auf Deponien gemäß bestimmten Ablagerungskriterien, z.B. Z2, gewonnen werden. Des Weiteren können

organikreiche Gemische zur biologischen Weiterbehandlung wie Kompostierung, bspw. bis zur Erreichung eines Gleichwertigkeitsnachweises bzw. von Ablagerungskriterien auf speziell eingerichteten Deponien, sowie Störstoffe zur
5 Entsorgung ausgefiltert werden.

Die mit Organik beladene Flüssigkeit 9.3 wird zum anaeroben Abbau einer Biogasanlage 9 (Figuren 1, 6, 7) zugeführt. Dort wird die Flüssigkeit 9.3 entfrachtet,
10 indem der Organikanteil mittels Methanbakterien umgesetzt und zur Energieerzeugung über eine Gaserzeugungsleitung 7 einer Biogasverbrennung 8 zugeführt wird.

Das von der Organik entfrachtete Gärwasser verlässt
15 die Biogasanlage 9 und wird als aufnahmefähiges Auswaschwasser 9.4 den Auswaschprozessen 4, 5 als Prozesswasser zugeführt.

Ein Teilstrom 9.6 des Auswaschwassers 9.4 wird einer
20 Ultrafiltration 13, und/oder einem Dekanter und/oder einer Siebbandpresse oder einem mechanischen Kantenspaltfilter, zugeführt. Ein dabei anfallendes Feststoff-Wassergemisch 16.1 wird als Presskuchen 16.2 der Weiterbehandlung 15 zugeführt und kann teilweise als
25 Impfschlamm 16.3 der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 aus der Sinkschwimmtrennung 14 beigemischt werden. Bei der Ultrafiltration 13 anfallendes Presswasser 16 wird einer erfindungsgemäßen physikalisch chemischen Aufbereitungsanlage (PCA-Anlage) 21, 22, 23, 24 zur
30 Entstickung zugeführt.

Das Presswasser 16 wird in der PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 vom Stickstoff befreit. Dabei fallen Stoffströme an, die entweder als salzfreies Wasser bzw. Permeat 23.5 der
35 mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 oder als gereinigtes salzfreies Betriebswasser 23.6 der Sinkschwimmtren-

nung 14 zugeführt werden. Andere anfallende Stoffströme, beispielsweise Ammoniakwasserkonzentrat 24.2 werden gespeichert und z.B. zur Entstickung von Großfeuerungsanlagen wie thermische Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen verwendet. Anfallende Feststoffe 23.3 werden der Weiterbehandlung 15 zugeführt. Die nach der PCA vorliegende, mit Stickstoff beladene Abluft 22.13 und gereinigter Wasserdampf 24.5 werden an die Umgebung abgegeben. Eine Ausführliche Erklärung der erfindungsgemäßen Entstickung mit vorgeschalteter Ultrafiltration 13 erfolgt unter den Figuren 3, 3.1, 4 und 5.

Figur 2 zeigt schematisch einen Verfahrensablauf bei einer Perkulations- oder einer Pulperanlage 4, 5 mit den nachgeschalteten Trennschritten 10, 14 aus Figur 1.

Grundsätzlich ist der Verlauf der Feststoffströme 4.4, 5.4 nach der Perkulationsanlage 4 und der Pulperanlage 5 gleich. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Perkulationsanlage 4 die Sinkschwimmtrennung 14 nicht nachgeschaltet sein muss, um den Stoffstrom 4.3 der Biogasanlage 9 zuzuführen, wohingegen bei der Pulperanlage 5 die Sinkschwimmtrennung 14 notwendig ist, um die Pulpe (Feststoff) aus dem Stoffstrom 5.4 herauszufiltern. Im Folgenden ist jedoch zur Vereinfachung bei beiden Verfahren die Sinkschwimmtrennung 14 zwischengeschaltet.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass bei der Pulperanlage 5 kein Austrittswasser 4.3 anfällt, das der Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt wird, sondern statt dessen Leichtstoffe 5.3 entstehen, die der Weiterbehandlung 15 zugeführt werden.

Nach der Perkolation im Perkolator 4 wird der perkolierte Feststoff 4.4 der Klassierpresse 10 und das Austrittswasser 4.3 der kombinierten Flotations- bzw. Sink-

schwimmtrennung 14 zugeführt. In der Klassierpresse 10 wird der Presskuchen 12 von dem Abwasser 10.1. abgetrennt und der Weiterbehandlung 15 zugeführt.

5 Bei dem Pulperverfahren 4 werden die Leichtstoffe 5.3 der Weiterbehandlung 15 und die Feststoffe 5.5 ebenfalls der Klassierpresse 10 zugeführt.

10 Das von groben Feststoffen befreite Abwasser 10.1 der Klassierpresse 10 wird einem Mischer 14.1.5 zugeführt, in dem dieses mittels eines Gebläses 14.1.4 mit Luft vermischt und anschließend mit leichtem Überdruck über eine bodenseitige Einblaseeinrichtung 14.1.6 in ein Trennbecken 14.1 der Sinkschwimmtrennung 14 eingeblasen wird. Durch 15 das Anreichern des Abwassers 10.1 mit Luft und das Einblasen mit Überdruck wird gegenüber einer bekannten Druckentspannungsflotation die Trennfähigkeit und die Trenngeschwindigkeit maßgeblich erhöht.

20 Das mit Organik beladene Austrittswasser 4.3 des Perkolators 4 wird kopfseitig dem Trennbecken 14.1. zugeführt, wo es sich mit dem Abwasser 10.1 vermischt und sich aus diesem Wassergemisch Schwimmstoffe 14.1.1 und Sinkstoffe 14.1.2 abtrennen.

25 Die Schwimmstoffe 14.1.1 schwimmen auf und bilden eine Schwimmstoffdecke. Durch eine obenliegende mechanische Einrichtung 14.1.3 werden die Schwimmstoffe 14.1.1 abgezogen und zur zusätzlichen Entwässerung über eine Förderleitung 14.1.7 der Klassierpresse 10 zugeführt. 30

Die Sinkstoffe 14.1.2, wie z.B. Sand, Steine und Metallteile, sinken in dem Trennbecken 14.1 nach unten und werden durch eine Austrag- und Transporteinrichtung 35 14.1.8 abgezogen. Je nach Verwendungszweck werden sie über eine Förderleitung 14.1.9 einer Weiterbehandlung 15

zugeführt oder über eine Förderleitung 14.1.10 zu einer Waschstufe 14.2 zum Ausscheiden des Sandes bzw. der Inertstoffe geleitet.

5 In der Waschstufe 14.2. wird der Sand zur Verwendung als Baustoff, bspw. für den Straßenbau, nach der Ablage-
rungsverordnung Z2 durch Auswaschen von der Organik
befreit. In einem vorteilhafterweise zylindrischen und
10 stehenden Gefäß mit einem konischen Boden werden die
Sinkstoffe bzw. das Sand-Flüssigkeitsgemisch 14.1.2 über
die Förderleitung 14.1.10 kopfseitig in das Gefäß einge-
bracht und mittels des über eine Einbringeinrichtung
14.2.6 eingebrachten gereinigten Betriebswassers 23.6 der
PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 gewaschen. Um den Verbrauch des
15 Betriebswassers 23.6 zu reduzieren, kann in dem Mischer
14.1.5 dem Betriebswasser 23.6 Luft über ein Gebläse
14.1.4 beigemischt werden. Die Luft und das Betriebswas-
ser 23.6 können kontinuierlich oder diskontinuierlich,
sowie getrennt voneinander in das Gefäß eingebracht
20 werden.

Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein
nicht dargestelltes vorzugsweise langsam laufendes Rühr-
werk in dem Gefäß zum Einbringen von Scherkräfte in das
25 Sand-Flüssigkeitsgemisch verwenden wird, um so die Ablö-
sung der Organik von dem Sand zu erleichtern.

Der Sand 14.2.2 sinkt in dem Gefäß nach unten und die
organischen Bestandteile 14.2.1 schwimmen oben auf und
30 werden als ein Organik-Betriebswassergemisch 14.2.3
ausgetragen. Der von der Organik befreite Sand 14.2.9
wird bodenseitig über eine Austrags- und Fördereinrich-
tung 14.2.8 ausgetragen und als Baustoff verwendet oder
dem Presskuchen 12 zugeschlagen und der Weiterbehandlung
35 15 unterzogen.

Das organisch hochbelastete Abwasser 14.1.11 aus dem Trennbecken 14.1. wird zu einer Siebstufe 14.3. geführt.

In die Siebstufe 14.3 werden die beiden mit Organik belasteten Flüssigkeitsströme 14.1.11, 14.2.3 kopfseitig über eine Eintragsleitung 14.2.7 vermischt eingeleitet. Die Siebstufe 14.3 hat vorzugsweise ein innenbeschichtetes Trommel- oder Schwingsieb 14.3.1 mit einer Maschenweite von etwa 0,5 mm bis 1,5 mm, so dass die im Flüssigkeitsstrom 14.2.7 enthaltenen Fasern, Reststoffe und Kunststoffpartikel getrennt werden. Die dabei entstehende pastöse Masse 14.2.10 wird ausgetragen und über einem Fördermittel 14.2.4 und Förderleitungen 14.2.5, 14.2.6 der Klassierpresse 10 zum Entwässern zugeführt. Alternativ kann die pastöse Masse 14.2.10 der Perkulationsanlage 4 über Förderleitungen 14.2.5, 14.2.11 erneut zugeführt werden.

Die das Sieb 14.3.1 passierende und sich am Boden ansammelnde organisch hoch belastete Flüssigkeit 9.3 der Sinkschwimmtrennung 14 wird gemäß Figur 1 der Biogasanlage 9 zugeführt, wobei das von der Organik entfrachtete Gärwasser der Biogasanlage 9 zum einen als aufnahmefähiges Auswaschwasser 9.4 der Perkulationsanlage 4 oder der Pulperanlage 5 erneut zugeführt wird und zum anderen als Teilstrom 9.6 die Ultrafiltration 13 und die PCA-Anlage 21, 22, 23, 2 durchläuft.

Figur 3 zeigt eine bevorzugte erfindungsgemäße PCA-Anlage im Detail. Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 wird in einem Wärmetauscher 17 auf die notwendige Prozesstemperatur erwärmt. Dem erwärmten Presswasser 18 wird zur Anhebung des pH-Wertes eine Lauge 19 zugemischt, damit Ammoniak im Presswasser 18 in gelöster Form vorliegt. Das Mischwasser 20 wird in einer Strippereinrichtung 22 zur Trennung von Ammoniumgas aus dem Wasser mit

einem Wirkungsgrad von etwa 90% mittels vorgewärmter Luft 22.2 behandelt.

Die Strippereinrichtung 22 hat eine Stripperkolonne 22.1, in die in einem obenliegenden Bereich das Mischwasser 20 mittels einer Sprüheinrichtung 22.4 eingebracht wird. Das eingesprühte Mischwasser 20 strömt sich in der Stripperkolonne 22.1. nach unten, wobei zur Vergrößerung der Austauschfläche eine Füllkörperpackung 22.6 in die Stripperkolonne 22.1 eingebracht ist. Gleichzeitig wird das Mischwasser 22 von der erwärmten und über ein Zuluftgebläse eingeleiteten Luft 22.2 im Gegenstrom durchströmt. Idealerweise wird die Luft 22.2 über einen Wärmetauscher 22.7 auf die gleiche Temperatur wie das Mischwasser 20 erwärmt. Das im Mischwasser 20 enthaltene Ammonium wird durch die im Gegenstrom geführte und vorgewärmte Luft ausgelöst und verlässt als ammoniakbeladene Abluft 22.3 die Stripperkolonne 22.1. Das vom Ammonium befreite Wasser 22.5 sammelt sich am Boden der Stripperkolonne 22.1 und wird einer Umkehrosmose 23 zugeführt. Um einen Ausstrippeffekt von etwa 90 % zu erreichen, wird der pH-Wert des Mischwassers 20 vorteilhafterweise auf > 10 angehoben und die Temperatur des Mischwassers 20 und der erwärmten Luft 22.2 auf 60°C eingestellt.

Die Abluft 22.3 wird einer Katalysatorkolonne 22.8 zugeführt, in dem der gasförmig vorliegende Ammoniak zerlegt und zu Luftstickstoff reduziert sowie der Wasserstoff zu Wasser oxidiert wird. Die Katalysatorkolonne 22.8 wird zu Beginn mittels einer Heizung 22.9 auf die notwendige Betriebstemperatur vorgeheizt. Wenn genügend Ammonium in der Abluft 22.3 vorhanden ist, kann der weitere Prozess autotherm ablaufen, d.h., die in der Abluft 22.3 enthaltenden Schadstoffe liefern die notwendige Reaktionswärme. Dies wird erfüllt, wenn der Ammoniumgehalt im Presswasser 16 etwa mindestens 2000 mg/l

beträgt. Sinkt der Ammoniumgehalt unter diesen ungefähren Grenzwert von 2000 mg/l, so muss Wärmeenergie zugeführt werden.

5 Die Abluft 22.3 verlässt die Katalysatorkolonie 22.8 als mit Wasserdampf gesättigte und mit Stickstoff beladene Restluft 22.11. Die Restluft 22.11 wird in einem Kühler bzw. Kondensator 22.12 abgekühlt und nach diesem als mit Stickstoff N₂ beladene Abluft 22.13 an die Umge-
10 bung abgegeben.

Ein vom Ammonium befreiter Anteil verlässt die Katalysatorkolonie 22.8 als Kondensat 22.10, das der Umkehrosmose 23 zugeführt wird.
15

Bei der Umkehrosmose 23 werden durch Molekularmembrantechniken Schadstoffe, die sich im Wasser 22.5 der Stripperkolonie 22.1 und im Kondensat 22.10 der Katalysatorkolonie 22.8 befinden, mittels einer Hochdruckeinrichtung 23.2 in einem Behälter 23.1 durch Membranen gedrückt. Die Wassermoleküle verlassen den Behälter 23.1 als sogenanntes Permeat 23.5 praktisch salzfrei. Dieses Permeat 23.5 kann bspw. teilweise als das Betriebswasser 23.6 in der vorstehenden beschriebenen Waschstufe 14.2
20 verwendet oder der in die Biogasanlage 9 eingeleiteten mit Organik hochbeladenen Flüssigkeit 9.3 zugemischt werden (Figuren 1 und 6). Die Salz- und sonstigen Verunreinigungen verlassen den Behälter 23.1 mit Schmutzwasser 23.3 als Konzentrat 23.4. Dieses Konzentrat 23.4
25 kann anschließend getrocknet, z.B. durch Eindampfung in eine Vakuum-Siedetrocknung, und dann der Weiterbehandlung
30 15 zugeführt werden.

Gemäß Figur 3.1. können auch mehrere Stripperkolonien
35 22 hintereinander geschaltet werden. Bei der Hintereinan-

derschaltung von zwei Stripperkolonnen 22, 22' kann die Ammoniakbelastung um 99% gesenkt werden.

Das mit Ammoniak beladene Mischwasser 20 wird der
5 ersten Stripperkolonne 22.1 zugeführt und nach einem
ersten Reinigungsschritt als bis zu 90 % vom Ammoniak
befreites Wasser 22.5 abgezogen. Über eine Pumpe 22.5.1
wird dieses Wasser 22.5 der zweiten Stripperkolonne 22.1'
zugeführt und dort einem weiteren Reinigungsschritt
10 unterzogen. Das bis zu 99 % vom Ammoniak befreite Wasser
22.5' gelangt anschließend zur Umkehrosmose 23. Die mit
Ammoniak beladene Abluft 22.3, 22.3' der beiden Stripper-
kolonnen 22.1, 22.1' wird einer oben beschriebenen
Katalysatorkolonne 22.8 zugeführt.

15
Figur 4 zeigt ein Grundschemata eines weiteren Ausführungsbeispiels einer PCA-Anlage 21 zur Aufbereitung von Presswasser 16, das einen Ammoniumgehalt von maximal etwa 2000 mg/l, einen Chloridgehalt von etwa 5000 mg/l und
20 einen chemischen Sauerstoffbedarf (CSB-Gehalt) von etwa 2000 mg/l aufweist.

Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 wird in einem Wärmetauscher 17 erwärmt und als erwärmtes Mischwasser 20 unter Beimischung einer Lauge 19 zur Anhebung des
25 pH-Wertes einer Stripperkolonne 21.1 kopfseitig zugeführt. Das Mischwasser 20 wird über eine Sprüheinrichtung 21.4 in der Stripperkolonne 21.1 versprüht und bewegt sich nach unten, wobei deren Stoffaustauschfläche über
30 eine Füllkörperpackung 21.6 vergrößert ist. Gleichzeitig wird im Gegenstrom Sattedampf 21.2 eingedüst, der beispielsweise mittels eines Dampferzeugers oder einer Abfalldampferzeugung 21.7 erzeugt wird. Durch diese
Eindampfung ist eine Reduzierung des Ammoniums im
35 Mischwasser 20 um bis 99% möglich. Das Ammonium wird aus dem Mischwasser 20 ausgewaschen und der beladene Abdampf

21.3 einer Kühleinrichtung 24 mit einer Kühler- bzw. Kondensatorkolonnen 24.1 zugeführt. Der Ammoniak beladene Abdampf 21.3 wird abgekühlt und es wird ein Ammoniakwasserkonzentrat NH_4OH 24.2 mit etwa 25% Ammoniak erzielt. Dieses Konzentrat 24.2 wird in einem Speicher 24.3 aufgenommen und kann, wie bereits unter Figur 1 erwähnt, zur Entstickung von Großfeuerungsanlagen wie thermische Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen verwendet werden 24.4. Dabei wird der Ammoniak in die Verbrennung eingesprüht und unterbindet somit die NO_x -Bildung.

Alternativ kann das Konzentrat 24.2 auch getrocknet werden, z.B. durch Eindampfung in eine Vakuum-Siedetrocknung, und anschließend der Weiterbehandlung 15 zugeführt werden.

Der bei der Kondensation abgetrennte, im wesentlichen ammoniakfreie Wasserdampf 24.5 wird an die Umwelt abgegeben.

Das vom Ammoniak befreite Wasser 21.5 wird bodenseitig aus der Stripperkolonne 21.1 abgezogen und der vorgenannten Umkehrosmose 23 zugeführt.

Figur 5 zeigt eine Kombination der Grundschemata der Figuren 3 und 4, wobei die Ammoniumbelastung im Abwasser ebenfalls auf bis zu 99% reduziert wird. Zusätzlich wird das anfallende Ammoniakabwasserkonzentrat 24.2 auf eine nicht entsorgungsproblematische Menge reduziert.

Die Kombination weist zwei in Reihe geschaltete Strippereinrichtungen 22, 21 auf. Bei der ersten Strippereinrichtung 22 wird, wie aus der Figur 3 bekannt, erwärmte Luft 21.2 in die Stripperkolonne 21.1 eingeblasen und bei der zweiten Strippereinrichtung 22 wird, wie

aus der Figur 4 bekannt, ein Sattdampf 21.2 in die Stripperkolonne 21.1 eingedüst.

Die mit Ammoniak beladene Abluft 22.3 der ersten
5 Stripperkolonne 22.1 wird einem Stripperkatalysator 22.8
zugeführt. Das Ammoniak befreite Wasser 22.5 wird mit dem
Kondensat 21.10 des Stripperkatalysators 22.8 vermischt
und als Mischwasser 20.1 über eine Pumpe 22.5.1 der
Stripperkolonne 21.1 der zweiten Strippereinrichtung 21
10 zugeführt.

Der mit Ammoniak beladene Abdampf 21.3 der zweiten
Stripperkolonne 21.1 wird wie vorbeschrieben, der Kühle-
einrichtung 24 zugeführt und dort kondensiert. Das Ammo-
15 niak beladene Wasser 21.5 wird in der obenstehenden Weise
der Umkehrosmose 23 zugeführt.

Figur 6 zeigt ein Verfahrensschema einer Restmüllauf-
bereitung mit im wesentlichen einer Perkolationsanlage 4
20 oder einer Pulperanlage 5 und einer Stofftrennungs- und
Aufbereitungsanlage 10, 14 für die bei den Auswaschprozes-
sen 4,5 anfallende und mit gelöster Organik und Restroh-
stoffen angereicherte Flüssigkeit 9.3, die einem erfin-
dungsgemäßen Hybridreaktor 9 zugeführt wird.

25 Bei bekannten Biogasanlagen wird die Flüssigkeit 9.3
in volldurchmischten und ein- bis zweistufigen Rührkes-
selreaktoren vergoren, wobei die Organik zu Biogas umge-
setzt wird. Als Rührwerk wird üblicherweise ein mechani-
30 sches Rührsystem oder ein Gaseinpressumwälzsystem verwen-
det. Die Verweilzeit der Flüssigkeit 9.3 in einem derar-
tigen Rührkesselreaktor beträgt etwa 18 bis 24 Tage.

Im Gegensatz zu diesen bekannten Lösungen ist bei dem
35 erfindungsgemäßen Hybridreaktor 9 eine Verweilzeit von
etwa 2 Tagen bis 4 Tagen ausreichend. Des weiteren ist an

der erfindungsgemäßen Lösung vorteilhaft, dass mit der Vorbehandlungsstufe in Form der Sinkschwimmtrennung 14 (vgl. Figur 2) ebenfalls die Flüssigkeit 9.3, die von der Pulperanlage 5 abgeschieden wird, dem Hybridreaktor 9 zugeführt werden kann, da diese Vorbehandlungsstufe 14 die Feststoffe ausreichend aus der Flüssigkeit 9.3 heraus filtert.

Der Hybridreaktor 9 hat einen isolierten zylindrischen Behälter 9.1. Bodenseitig wird über eine Eindüseinrichtung 9.3.3 die vorbehandelte Flüssigkeit 9.3 derart über den Querschnitt des Behälters 9.1 eingedüst, dass sich eine ungefähre Steiggeschwindigkeit von 2 m/h ergibt. Die mittels Methanbakterien aus der eingedüsten Flüssigkeit 9.3.2 herausgelösten organischen Bestandteile sinken im Hybridreaktor 9 nach unten und bilden dort ein Schlammbett 9.2.1. Das Schlammbett 9.2.1 dient als Vergärungsstufe und Reaktionsbett zum Ausfällen bspw. von Inertstoffen, Chloriden und Phosphaten. Über eine Schlammaustragseinrichtung 9.8 wird ein mit den ausgefällten Inertstoffe und Salzen versetzter Austragsschlamm 9.10 aus dem Behälter 9.1. ausgetragen. Die Ausfällung wird über ein Fällmittel 9.7, das der Flüssigkeit 9.3 vor dem Eintritt in den Hybridreaktor 9 beigemischt wird, unterstützt.

Die Methanbakterien sind zur Steigerung des Stoffumsatzes, d.h. zum verbesserten Abbau von Methangas und zum verbesserten Reinigen der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3.2, in einer Füllkörperpackung bzw. einem Festbett 9.2 aus einer Schüttung oder Blockelementen angeordnet. Die Steigerung des Stoffumsatzes beruht vornehmlich auf einer Vergrößerung der Reaktionsflächen sowie einer Immobilisierung des aktiven Bakterienschlammes. Die Reaktionsflächen reichen etwa von $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ bis $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Die Schlammaustragseinrichtung 9.8. hat mindestens eine Schubbodeneinrichtung 9.8.1 mit Kratzelementen und mindestens einen Schneckenförderer 9.8.3. Die Schubbodeneinrichtung 9.8.1 ist als eine Kolbenstange einer hydraulischen Zylinder-Kolbeneinheit 9.8.2 dargestellt, an der
5 die Kratzelemente befestigt sind. Dabei wird bei jeder Ausfahrbewegung der Kolbenstange, d.h. in der Figur 6 einer Bewegung nach rechts, der Austragsschlamm 9.10 zum Schneckenförderer 9.8.3 gefördert. Über ein Ventil 9.8.4
10 ist ein Ablauf des Schneckenförderers 9.8.3 absperrbar.

Die von den organischen Bestandteilen befreite Flüssigkeit wird über Kopf aus dem Behälter 9.1 abgezogen und als das Auswaschwasser 9.4 der Perkolationsanlage 4 oder
15 der Pulperanlage 5, sowie als Teilstrom 9.6 der Ultrafiltration 13 mit sich anschließender PCA-Anlage 21, 22, 23 ,24 zugeführt.

Zur Vermeidung einer Schwimmdeckenbildung aus Schwimmstoffen 9.11.1 ist nahe unterhalb der Oberfläche
20 der im Behälter 9.1 angesammelten eingedüsten Flüssigkeit 9.3.2 ein Horizontalrührwerk 9.11 vorgesehen. Das Horizontalrührwerk 9.11 kann durch ein Vertikalrührwerk oder dergleichen ersetzt werden.

25 Um das Schlambett 9.2.1 und die Füllkörperpackung 9.2 mit Scherkräften zu beaufschlagen, wird periodisch mit einem Gebläse bzw. einen Kompressor 9.15 über eine Rohrleitung 9.14 und Gaseinpressdüsen 9.14.1 Gas 9.14.2
30 eingedüst. Vorzugsweise ist dieses Gas dem zur Biogasverbrennung zugeführten Biogas entnommen. Diese Gaseindüsung bewirkt, dass eine Kanalbildung in der Füllkörperpackung 9.2 unterbunden und alter, abgestorbener Bakterien-
35 als Schlammstoff 9.11.1 aufschwimmt oder als Sinkstoff mit dem Austragsschlamm 9.10 ausgetragen wird.

Um dem Biogas Schwefel zu entziehen ist im Kopf ein Entschwefelungsraum 9.12 vorgesehen. In diesen wird über ein Gebläse 9.13 mit einer Durchflusssteuerung Luft bzw. Sauerstoff 9.13.2 eingedüst. Zur Vermeidung von Explosionen des Biogas-Luftgemisches beträgt der Luftanteil maximal 2.0%. Durch diese Lufteindüsung wird der Schwefel in dem Biogas als Elementarschwefel 9.13.1 ausgefällt, der auf der Oberfläche der Schwimmdcke 9.11.1 bildet. Der Elementarschwefel 9.13.1 ist nicht mehr lösbar und sinkt im Hybridreaktor 9 nach unten, wo er zusammen mit dem Austragsschlamm 9.10 ausgetragen wird.

Ein Teilstrom 9.6 wird vom Auswaschwasser 9.4 abgezweigt und der Ultrafiltration 13 zugeführt. Nach der Ultrafiltration 13 wird das Presswasser 16 mit einem Ammoniumgehalt von etwa 1000 mg/l bis 3000 mg/l der PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 zugeführt, dort wie vorbeschrieben entstickt (Figuren 3, 3.1. 4 und 5) und als entsticktes Betriebswasser 23.6 der beladenen Flüssigkeit 9.3 wieder beigemischt.

Ein bei der Ultrafiltration 13 anfallendes Feststoff-Wassergemisch 16.1 mit einem TS-Gehalt von etwa 4% bis 8% wird als Presskuchen 16.2 der Weiterbehandlung 15 zugeführt und/oder als Impfschlamm 16.3 für den Hybridreaktor 9 ebenfalls der mit Organik hochbeladenen Flüssigkeit 9.3 beigemischt.

Des Weiteren dient der Teilstrom 9.6 als Kreislaufwasser 9.5 zur Einstellung der Betriebstemperatur. Das Kreislaufwasser 9.5 wird dabei in einem Wärmetauscher 9.5.1 erwärmt und mit der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 vermischt.

Figur 7 zeigt ein alternatives Grundschema eines Verfahrens gemäß den Figuren 1 und 6 zur Restmüllaufbereitung mit einer Biogasanlage 9', der ein Sandabsetz- und Fällungsreaktor 25 vorgeschaltet ist. Die Vorschaltung
5 eines derartigen Reaktors 25 hat den Vorteil, dass der Sandabsetz- und Fällungsprozess nicht im Hybridreaktor 9 abläuft und damit auf die konstruktiv aufwendige Schlammaustragseinrichtung 9.8 verzichtet werden kann.

10 In Versuchen hat sich gezeigt, dass die Sandabsetzzeit etwa 1h beträgt und die Fällungszeit maximal 5min dauert. Somit wird die Größe und Geometrie des Behälters 25.1 für eine Aufenthaltszeit von
15 mindestens einer Stunde ausgelegt.

Der Sandabsetz- und Fällungsreaktor 25 hat einen zylindrischen Behälter 25.1 mit einer Tauchwand 25.2 zur Zwangsführung eines Flüssigkeitsstroms in dem Behälter
20 25.1. Die Tauchwand 25.2 erstreckt sich von einer Behälterdecke in Richtung einer bodenseitigen schneckenartigen Austragseinrichtung 25.4, wobei zwischen der Tauchwand 25.2 und der Austragseinrichtung 25.4 ein Durchlass für den Flüssigkeitsstrom gebildet ist.

25 Die mit Organik beladene Flüssigkeit 9.3 wird mit einem Fällmittel 9.7 vermischt und dem Behälter 25.1 zugeführt. Die Flüssigkeit 9.3 umströmt die Tauchwand 25.2, wobei sich der Sand und die ausgefällten Produkte, wie z.B. Chloride und Phosphat am Behälterboden sammeln und
30 von der Austragseinrichtung 25.4 als Austragsschlamm 9.10 ausgetragen werden.

Die von dem Sand und den ausgefällten Produkten befreite Flüssigkeit 9.3.1 wird kopfseitig dem Behälter
35 25.1 entnommen und dem Hybridreaktor 9 zur weiteren vorbeschriebenen Verarbeitung zugeführt.

Anstelle der Trennwand 25.2 kann auch eine Mischeinrichtung verwendet oder diese mit der Trennwand 25.2 kombiniert werden. Die Mischeinrichtung kann insbesondere bei Schwermetallen vorteilhaft sein, da diese eine höhere Kontaktzeit erfordern. Dabei kann zusätzlich ein Mischwerk in der Zuleitung zum Behälter 25.1 vorgesehen sein.

Figur 8 zeigt eine Alternative zur Abfallaufbereitung mit einer Perkulationsanlage 4 oder einer Pulperanlage 5. Das dort dargestellte Verfahren basiert auf der Verwendung einer Trockenfermentationsanlage 6. Folglich weist dieses Verfahrensschema keinen erfindungsgemäßen Hybridreaktor 9 auf.

Die Fermentationsanlage 6 hat einen Fermentationsbehälter zur Durchführung eines Vergärungsprozesses unter Luftabschluss, d.h. anaerobe Vergärung. Ein derartiger Fermentationsbehälter wird z.B. bei Systemen der schweizer Firma Kompogas AG (www.kompogas.ch), dem österreichischen Baustoff und Recycling Verband (BRV, www.briv.at), Dranko und der französischen Firma Valorga Int. SAS (www.steinmuller-valorga.fr) verwendet.

Bei Kompogas und BRV wird der Siebschnitt bzw. Frischmüll 3.1 der mechanischen Aufbereitung 3 der organisch belasteten Stoffe 1 unter Beimischung von Impfgut 6.4, das unter Animpfung mit Anaerobbakterien aus dem Vergärungsprozess entnommen wird, sowie nach Verdünnung mit Prozesswasser 10.2 mit einer Pump- und Fördereinrichtung 6.3 in den Fermentationsbehälter über eine kopfseitige Beschickungsleitung 6.5 eingebracht. Der Fermenterinhalt 6.7 wird über ein Rührwerk 6.1 periodisch umgewälzt und durch mechanische Einwirkung zu einem untenliegenden Austritt transportiert. Die Prozesswärme wird über eine nicht dargestellte Außenmantelheizung und

einen nicht dargestellten Wärmetauscher in der Beschickungsleitung 6.5 aufrecht erhalten.

Bei Dranko und Valorga wird wie bei den Anlagen nach
5 Kompogas und BRV der Frischmüll 3.1 unter Beimischung des
Impfguts 6.4. und Prozesswasser 10.2. angeimpft und
verdünnt und mittels einer Pump- und Fördereinrichtung
6.3 über die Beschickungsleitung 6.5 in den
Fermentationsbehälter eingetragen und umgewälzt.

10 Im Gegensatz zu Kompogas und BRV ist der
Fermentationsbehälter 6 bei Dranko/Valorga als
zylindrisch stehendes Element in Stahl- oder
Betonbauweise ausgeführt und weist kein mechanisches
15 Rührwerk im Innenraum. Bei Dranko erfolgt die Umwälzung
ausschließlich über die Pump- und Fördereinrichtung 6.3.
Bei Valorga erfolgt die Umwälzung über ein
Gaseinpresssystem mit bodennahen Einpresslanzen 6.2, über
die stoßweise der Fermenterinhalt 6.7 mit Druckstößen > 8
20 bar beaufschlagt wird.

Die Prozesstemperatur wird bei Dranko und bei Valorga
über eine Außenmantelheizung und einen Wärmetauscher in
der Pump- und Fördereinrichtung 6.3 bzw. der Be-
25 schickungsleitung 6.5, sowie eine direkte Dampfeinsprit-
zung in den Frischmüll 3.1 eingestellt.

Die anaerobe Biogaserzeugung aus dem Vergärungspro-
zess gemäß der Fermentationsanlage 6 erfolgt im Fermenta-
30 tionsbehälter, wobei das entstehende Biogas über Kopf
durch die Gaserzeugungsleitung 7 zur Gasverbrennung 8
geführt wird.

Aus diesem Biogas mit einem Methananteil von etwa 55%
35 bis 65% kann über ein Blockheizkraftwerk Wärme und Strom
erzeugt werden. Alternativ kann das Biogas einer Direkt-

verbrennung zugeführt oder durch eine spezielle Gasaufbereitung mit Methananreicherung ein gasförmiger Fahrzeugtreibstoff gewonnen werden.

5 Nach einer Aufenthaltszeit von mindestens 18 Tagen bei Kompogas und maximal 25 Tagen bei Valorga verlässt der Fermenteninhalt 6.7 als Gärkuchen 6.6 den Fermentationsbehälter und wird mindestens zwei Trennstufen 10, 11 zugeführt, um ein behandelbares Abwasser zu
10 erzeugen.

Die erste Trennstufe ist üblicherweise eine Klassierpresse 10, in der der Presskuchen 12 von dem mit Organik belasteten Abwasser 10.1 abgetrennt und der Weiterbehandlung 15 zugeschlagen wird. Das Abwasser 10.1 hat meistens
15 einen TS-Gehalt von >12% und wird einer zweiten Trennstufe 11 zugeführt. Ein Teilstrom des Abwassers 10.1 wird als Prozesswasser 10.2 dem Frischmüll 3.1 zugemischt.

20 Die zweite Trennstufe kann ebenfalls eine Klassierpresse 11 sein. Der Presskuchen 12.1. der zweiten Trennstufe 11 kann ebenfalls der Weiterbehandlung 15 zugeschlagen werden. Das Abwasser 11.1 der zweiten Trennstufe 11 wird in der eingangs beschriebenen Weise einer Ultra-
25 filtration 13 zugeführt.

Das Feststoff-Wassergemisch 16.1 aus der Ultrafiltration 13 wird als Presskuchen 16.2 mit dem Presskuchen 12, 12.1 der vorgeschalteten Trennstufen 10, 11 vermischt und
30 der Weiterbehandlung 15 zugeführt. Dabei kann das Gemisch ein TS-Gehalt von 35% bis 45% aufweisen. Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 mit einem TS-Gehalt von maximal 5% wird zur Reinigung und Entstickung der erfindungsgemäßen PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 zugeführt
35 (Figuren 3, 3.1, 4, 5).

Vorversuche zeigten, dass bei bestimmten Restmüllzusammensetzungen ein gegenüber dem Verfahrensschema gemäß Figur 2 vereinfachtes Verfahren zur Behandlung der anfallenden Stoffströme einsetzbar ist. Ein derartiges vereinfachtes Verfahren ist in Figur 9 dargestellt. Dieses Verfahren entspricht hinsichtlich der mechanischen Aufbereitung 3, der Perkulations- oder Pulperanlage 4, 5 und der Klassierpresse 10 im wesentlichen dem in Figur 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel, so dass eine nochmalige Erläuterung dieser Trennstufen entbehrlich ist.

Das nach der Klassierpresse 10 vorliegende Abwasser 10.1 sowie das bei einer Perkulation anfallende Austrittswasser 4.3 werden bei dem vereinfachten Verfahren nicht dem Trennbecken 14.1 sondern direkt der Waschstufe 14.2 zugeführt. Der im Abwasser 10.1 und im Austrittswasser 4.3 enthaltene Sand 14.2.2 sinkt in dem Gefäß nach unten und die organischen Bestandteile 14.2.1 schwimmen nach oben auf und werden als Organik-Betriebswassergemisch 14.2.3 ausgetragen.

Das Auswaschen der Organik erfolgt in dem Fall, in dem sauberer Sand 14.2.9 verlangt wird mit Betriebs- oder Gemeindewasser 23.6. In dem Fall, in dem der Sand mit organischen Verschmutzungen behaftet sein kann, wird als Waschwasser das von Faserstoffen und Sand gereinigte und mit Organik beladene Abwasser 9.3 aus der Siebstufe 14.3 verwendet, das zur Herstellung von Biogas dem Biogasreaktor 9 zugeführt wird.

Der von Organik befreite Sand 14.2.2 wird über die Austrags- und Fördereinrichtung 14.2.8 abgezogen und als Stoffstrom 14.2.9 (je nach verwendetem Waschmittel mehr oder weniger von Organik befreit) in Abhängigkeit von der Einstellung des Ventils Stromumlenkers/Mischers 14.1.12

entweder als Baustoff oder dergleichen verwendet oder der Weiterbehandlung 15 unterzogen.

Das Organik-Betriebswassergemisch 14.2.3 wird der
5 Siebstufe oder Schwimm- und Faserstoffabtrennung 14.3
zugeführt. Dieser Stufe 14.3 werden der mit Organik
belastete Flüssigkeitsstrom 14.2.3 und über die
Förderleitung 14.2.5 zurückgeführtes Presswasser 14.3.3
aus einer stromabwärts der Siebstufe 14.3 angeordneten
10 Klassierpresse 14.3.2 zugeführt. Der Anteil des der
Siebstufe 14.3 zugeführten Presswassers 14.3.3 wird
wiederum über einen Stromumlenker/Mischer 14.1.12
eingestellt. Dieses Presswasser kann alternativ oder
gleichzeitig auch der Waschstufe 14.2 oder dem Perkolator
15 4 bzw. der Pulperanlage 5 zugeführt werden.

Über die wie beim Verfahrensschema gemäß Figur 2
eingesetzte Siebstufe 14.3 wird das vom Sand und
Sinkstoffen befreite und mit Organik beladene Wasser über
20 ein Sieb (Trommel- oder Schwingsieb) mit
Spaltgrößen/Siebweiten von 0,5 bis 1,5 mm von den Fasern-
und Schimmstoffen befreit. Diese pastöse Masse 14.2.10
wird über die vorgenannte Klassierpresse 14.3.2
entwässert und wahlweise über den Stoffumlenker 14.1.12
25 entweder separat erfaßt oder der Weiterbehandlung 15
zugeführt. Das Presswasser 14.3.3 wird - wie vorstehend
ausgeführt - über die Förderleitungen 14.2.5 je nach
Verschmutzungsgrad wahlweise wieder zur Siebstufe 14.3.,
der Waschstufe 14.2 oder der Perkolation 4 bzw.
30 Pulperanlage 5 zurückgeführt.

Die am Boden der Siebstufe 14.3 anfallende, weitest-
gehend von Feststoffen befreite organisch belastete
Flüssigkeit 9.3 wird dann, wie beschrieben, der Biogasan-
35 lage 9 zugeführt oder teilweise zur Waschstufe
zurückgeführt.

Die einzelnen Komponenten zur Prozesswasseraufbereitung lassen sich praktisch beliebig kombinieren. Die Anmelderin behält sich vor, auf die einzelnen Apparate
5 (14.1, 14.2, 14.3, 9, 21, 22, 23, 24, 25), sowie deren Kombinationen und die Anlagen gemäß den Figuren 1 - 9 jeweils eigene unabhängige Ansprüche zu richten.

Offenbart ist ein Verfahren zum mechanischen und biologischen Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere
10 Restmüll, wobei eine physikalisch chemische Aufbereitung (PCA) zur Entstickung eines von organischen Bestandteilen befreiten Prozesswassers vorgesehen ist, sowie ein Hybridreaktor mit einem Festbett, einer Schlammaustrags-
15 einrichtung und einer Einrichtung zur Zerstörung einer Schwimmdecke.

Bezugszeichenliste

- 1 organisch belastete Stoffe
- 2 direkte Zuführung
- 3 Aufbereitungsanlage
 - 3.1 Siebschritt, Frischmüll
 - 3.2 Siebüberlauf
 - 3.3 Einrichtungen für Sieb- und Sortierschritte
- 4 Perkolationsanlage
 - 4.1 Rührwerk
 - 4.2 Siebboden
 - 4.3 Austrittswasser
 - 4.4 Feststoffe
 - 4.5 Behälter
- 5 Pulperanlage
 - 5.1 Rührwerk
 - 5.2 Austragseinrichtung
 - 5.3 Leichtstoffe
 - 5.4 Feststoffe
 - 5.5 Pulpergefäß
 - 5.7 Reststrom
- 6 Fermentationsanlage
 - 6.1 Rührwerk
 - 6.3 Pump- und Fördereinrichtung
 - 6.4 Impfgut
 - 6.5 Beschickungsleitung
 - 6.6 Gärkuchen
 - 6.7 Fermenterinhalt
- 7 Gaserzeugungsleitung
- 8 Biogasverbrennung
- 9 Biogasanlage, Hybridreaktor
 - 9.1 Biogasanlage mit vorgeschaltetem Sandabsatzreaktor
 - 9.1 Behälter
 - 9.2 Füllkörperpackung, Festbett
 - 9.2.1 Schlammbett

- 9.3 mit Organik beladene Flüssigkeit
- 9.3.2 eingedüste Flüssigkeit
- 9.3.3 Eindüseinrichtung
- 9.4 von Organik befreites Auswaschwasser
- 9.5 Kreislaufwasser
- 9.5.1 Wärmetauscher
- 9.6 Teilstrom
- 9.7 Fällmittel
- 9.8 Schlammaustragseinrichtung
- 9.8.1 Schubbodeneinrichtung
- 9.8.2 Zylinder-Kolbeneinheit
- 9.8.3 Schneckenförderer
- 9.8.4 Ventil
- 9.10 Austragsschlamm
- 9.11 Horizontalrührwerk
- 9.11.1 Schwimmstoffe
- 9.12 Entschwefelungsraum
- 9.13 Gebläse
- 9.13.1 Elementarschwefel
- 9.13.2 Luft, Sauerstoff
- 9.14 Rohrleitung
- 9.14.1 Gaseinpressdüsen
- 9.14.2 Gas
- 9.15 Gebläse, Kompressor
- 10 Klassierpresse
- 10.1 Abwasser
- 10.2 Prozesswasser
- 11 Klassierpresse
- 11.1 Abwasser
- 12 Presskuchen
- 12.1 Presskuchen
- 13 Dekanter, Siebbandpresse, Ultrafiltration, Filtrationsanlage (mechanischer Kantenspaltfilter)
- 14 Sinkschwimmtrennung
- 14.1 Trennbecken
- 14.1.1 Schwimmstoffe

- 14.1.10 Förderleitung
- 14.1.11 Abwasser, Flüssigkeitsstrom
- 14.1.12 Stromumlenker/Mischer (Ventil)
- 14.1.2 Sinkstoffe
- 14.1.3 mechanische Einrichtung
- 14.1.4 Gebläse
- 14.1.5 Mischer
- 14.1.6 Einblaseeinrichtung
- 14.1.7 Förderleitung
- 14.1.9 Förderleitung
- 14.2 Waschstufe
- 14.2.1 organische Bestandteile und Schwimmstoffe
- 14.2.2 Sand und Schwerstoffe
- 14.2.3 Organik/Betriebswassergemisch, Flüssigkeitsstrom und Schwimmstoffe
- 14.2.4 Fördermittel
- 14.2.5 Förderleitung
- 14.2.6 Einbringungseinrichtung
- 14.2.7 Eintragsleitung
- 14.2.8 Austrags- und Fördereinrichtung
- 14.2.9 von Organik befreiter Sand
- 14.2.10 pastöse Masse
- 14.2.11 Förderleitung
- 14.3 Siebstufe
- 14.3.1 Trommel- bzw. Schwingsieb
- 14.3.2 Klassierpresse für Schwimm- und Faserstoffe
- 14.3.3 Presswasser
- 14.3.5 entwässerte Schwimm- und Faserstoffe
- 15 Weiterbehandlung
- 16 Presswasser
- 16.1 Feststoff-Wassergemisch
- 16.2 Presskuchen
- 16.3 Impfschlamm
- 17 Wärmetauscher
- 18 erwärmtes Presswasser
- 19 Lauge

20	Mischwasser
20.1	Mischwasser
21	Strippereinrichtung
21.1	Stripperkolonne
21.2	Sattdampf
21.3	Ammoniak beladener Abdampf
21.4	Sprüheinrichtung
21.5	vom Ammoniak befreites Wasser
21.6	Füllkörperpackung
21.7	Dampferzeuger, Abfalldampferzeugung
22	Strippereinrichtung
22'	zweite Strippereinrichtung
22.1	Stripperkolonne
22.1'	zweite Stripperkolonne
22.2	Luft
22.3	Abluft
22.3'	Ammoniak beladene Abluft
22.4	Sprüheinrichtung
22.5	vom Ammoniak befreites Wasser
22.5	Wasser
22.5.1	Pumpe
22.6	Füllkörperpackung
22.7	Wärmetauscher
22.8	Katalysatorkolonne
22.9	Heizung
22.10	Kondensat
22.11	Restluft
22.12	Kondensator
22.13	Stickstoff beladene Abluft
23	Umkehrosmose
23.1	Behälter
23.2	Hochdruckeinrichtung
23.3	Feststoff
23.4	Konzentrat
23.5	Permeat
23.6	Betriebswasser

- 24 Kühleinrichtung
- 24.1 Kühl- bzw. Kondensatorkolonnen
- 24.2 Ammoniakwasserskonzentrat
- 24.3 Speicher
- 24.4 Verwendung zur Entstickung in Großfeuerungsanlagen
- 24.5 ammoniakfreier Wasserdampf
- 25 Sandabsatz- und Fällungsreaktor
- 25.1 Behälter
- 25.2 Trennwand
- 25.3 Sand, ausgefällte Produkte
- 25.4 Austragseinrichtung

Ansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll mit
 - einer mechanischen Aufbereitung des Restmülls
 - einer biologischen Aufbereitung des Restmülls, durch Zuführung von Prozesswasser (10.2, 9.4, 14.2.11) zum Lösen und/oder Austreiben organischer Bestandteile und
 - Aufbereitung des mit Organik beladenen Prozesswassers (4.3, 14.1.10, 14.1.11) durch Abtrennen organischer Bestandteile vom Prozesswasser (4.3, 14.1.10, 14.1.11),dadurch gekennzeichnet, dass der Prozesswasseraufbereitungsschritt eine physikalisch chemische Aufbereitung (PCA; 21, 22, 23, 24) zur Entstickung des von organischen Bestandteilen befreiten Prozesswassers (9.6) enthält.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei die PCA zumindest eine Strippereinrichtung (21, 22, 22') zur Abtrennung von im Prozesswasser (16) gelöstem Ammoniumgas hat.
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei das Prozesswasser (20) in eine Stripperkolonne (22, 22') eingedüst und dort im Gegenstrom mit Luft begast wird.
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, mit einer Katalysatorkolonne (22.8) zum Umsetzen der Ammoniumgase in Stickstoff und Wasser.
5. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei das Prozesswasser (20.1) in eine Stripperkolonne (21) eingedüst

und dort im Gegenstrom mit Sättigungsdampf bedüst wird.

5 6. Verfahren nach Patentanspruch 5, mit einem Kühler (24) zum Umsetzen der Ammoniumgase in Stickstoff und Wasser

10 7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 2 bis 6, wobei eine Strippereinrichtung mit Lufteingasung (22) mit einer zweiten Strippereinrichtung mit Lufteingasung (22') oder einer Strippereinrichtung mit Sättigungsdampfeindüsung (21) in Reihe geschaltet wird.

15 8. Verfahren nach Patentanspruch 2 bis 7, wobei dem Prozesswasser (18) stromaufwärts des Strippereinrichtung (21, 22, 22') Lauge (19) zugegeben wird.

20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die PCA eine Umkehrosmose (23) zur Abscheidung von Schadstoffen, Salzen etc. enthält.

25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die biologische Aufbereitung in einer Perkolationsanlage (4), einer Pulperanlage (5) oder in einer Fermentationsanlage (6) erfolgt.

30 11. Verfahren nach Patentanspruch 10, wobei der PCA-Anlage (21, 22, 23 24) eine Ultrafiltration (13) des Prozesswassers (9.6) vorgeschaltet wird.

35 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des Prozesswassers (9.3) eine Ausfällung von Chloriden, Phosphaten etc. enthält.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die biologische Aufbereitung des Prozesswassers (9.3) in einem Hybridreaktor (9) mit einem Festbett (9.2) erfolgt, der eine Schlammaustragseinrichtung (9.8) und/oder eine Einrichtung (9.11) zur Zerstörung einer Schwimmdecke aufweist.

14. Verfahren nach Patentanspruch 13, mit einer Einrichtung (9.13) zum Eindüsen von Luft/Sauerstoff (9.13.2) in den Kopf des Hybridreaktors (9).

15. Verfahren nach Patentanspruch 13 oder 14, wobei der Hybridreaktor (9) eine Gaseinpresseinrichtung (9.15) zur periodischen Beaufschlagung eines entstehenden Schlammbettes (9.2.1) und des Festbettes (9.2) mit Scherkräften hat.

16. Verfahren nach Patentanspruch 13, 14 oder 15, wobei in einem Entschwefelungsraum (9.12) des Hybridreaktors (9) das entstehende Biogas entschwefelt wird.

17. Verfahren nach einer der Patentansprüche 11 und 12 enthaltenden Kombination, wobei ein Teil des bei der Ultrafiltration (13) anfallenden Feststoff-Wassergemisches (16.1) als Impfschlamm (16.3) stromabwärts der Fällung zugegeben wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des Prozesswassers (4.3) eine Flotationstrennung (14) zum Austragen von Feststoffen enthält.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des Prozesswassers (14.1.10) eine der biologischen Prozesswasseraufbereitung vorgeschaltete Sandwaschstufe (14.2) und/oder

eine Siebstufe (14.3) zur Schimm- und Faserstoffabtrennung enthält.

- 5 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Sandwäsche (14) eine Sandabsatz- und Ausfällungsanlage (25) zum Absetzen von feinstem Sand und zum Ausfällen von Phosphaten, Inertstoffen usw. nachgeschaltet wird.
- 10 21. Hybridreaktor, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Festbett (9.2), einer Schlammaustragseinrichtung (9.8) und einer Einrichtung (9.11) zur Zerstörung einer Schwimmdecke.
- 15 22. Hybridreaktor mit einem Entschwefelungsraum (9.12) und einer Eindüseinrichtung (9.13) zum Eindüsen von Luft/Sauerstoff zum Entschwefeln des entstehenden Biogases.

1/10

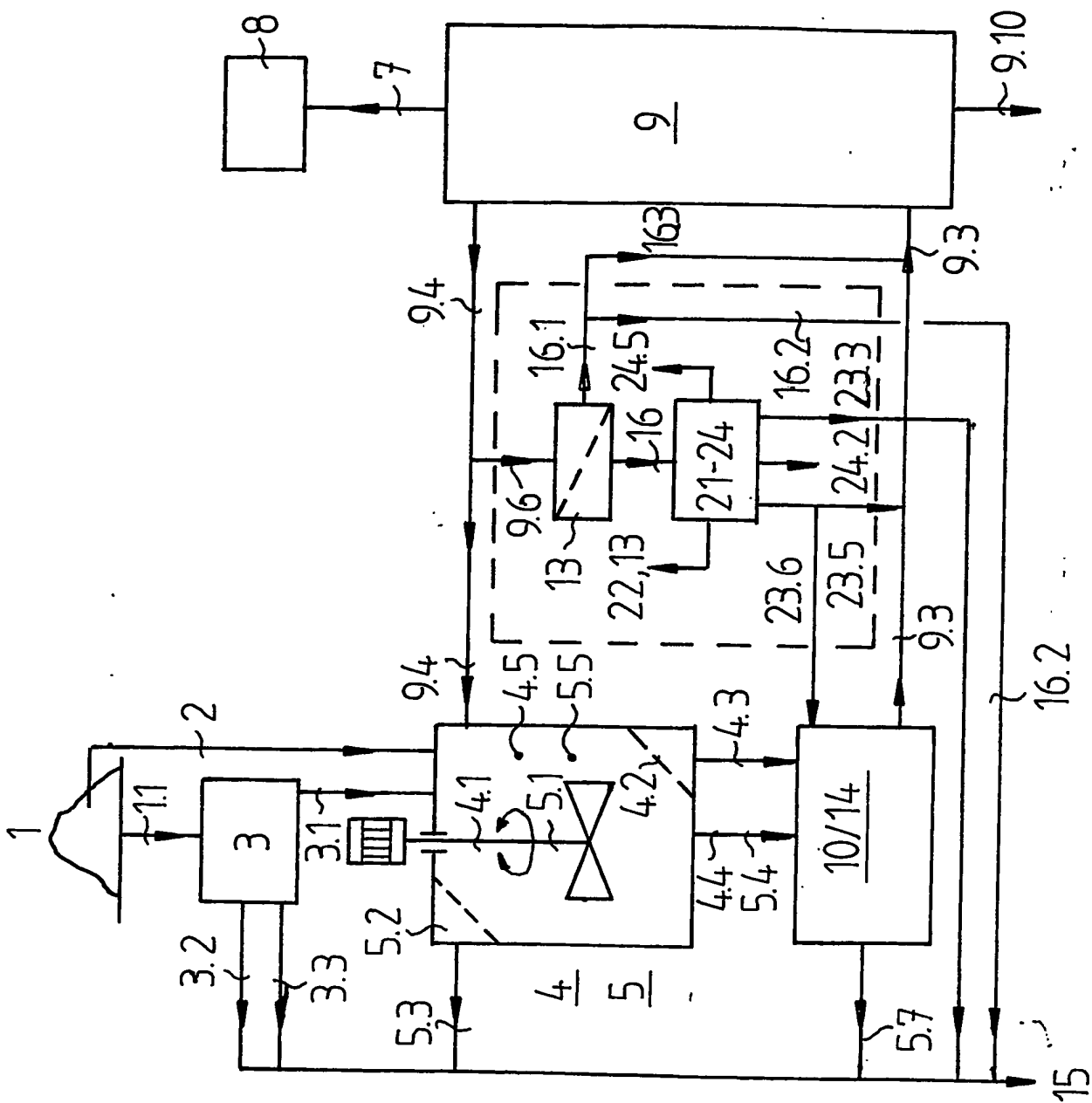


Fig. 1

2/10

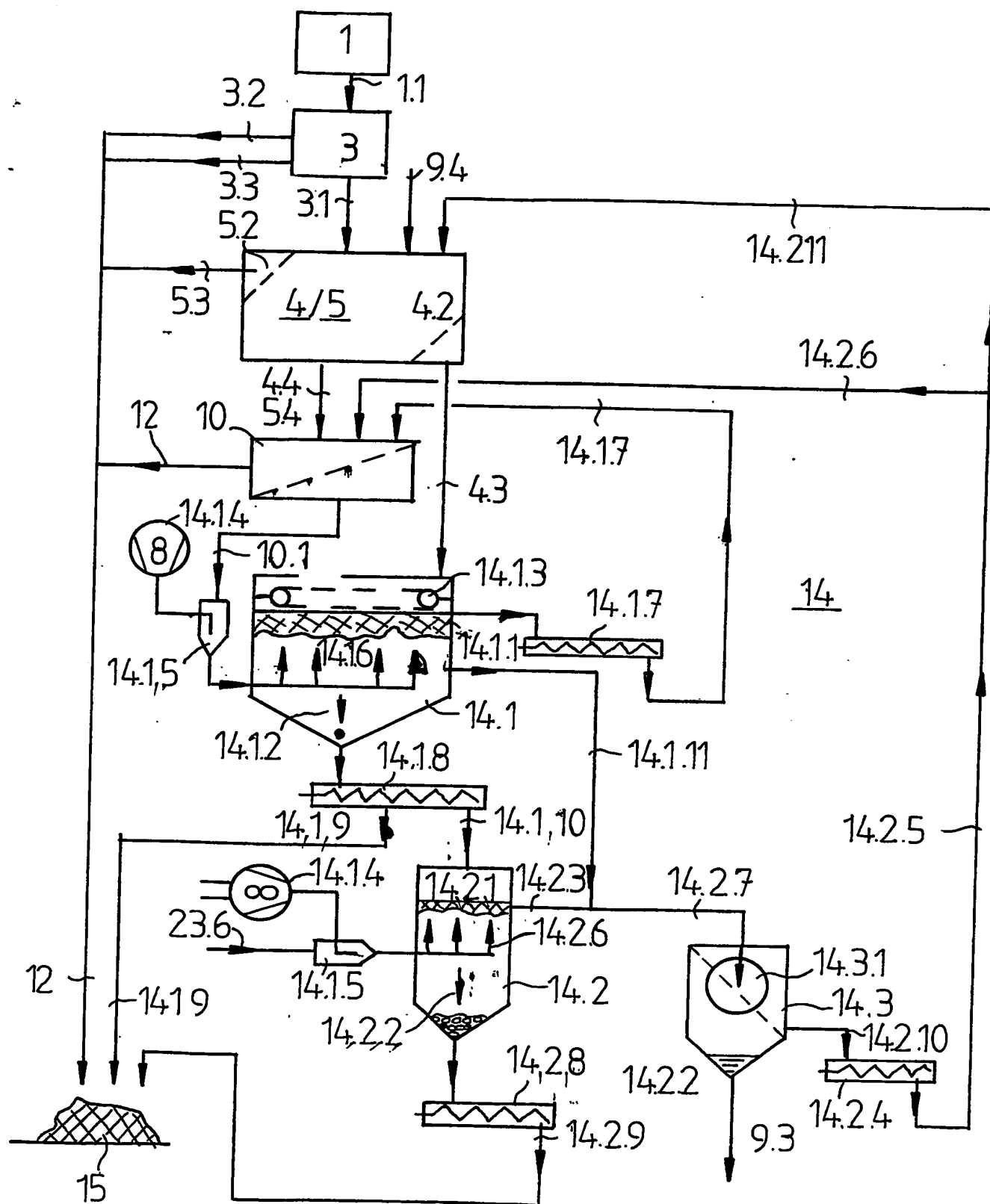


Fig. 2

3/10

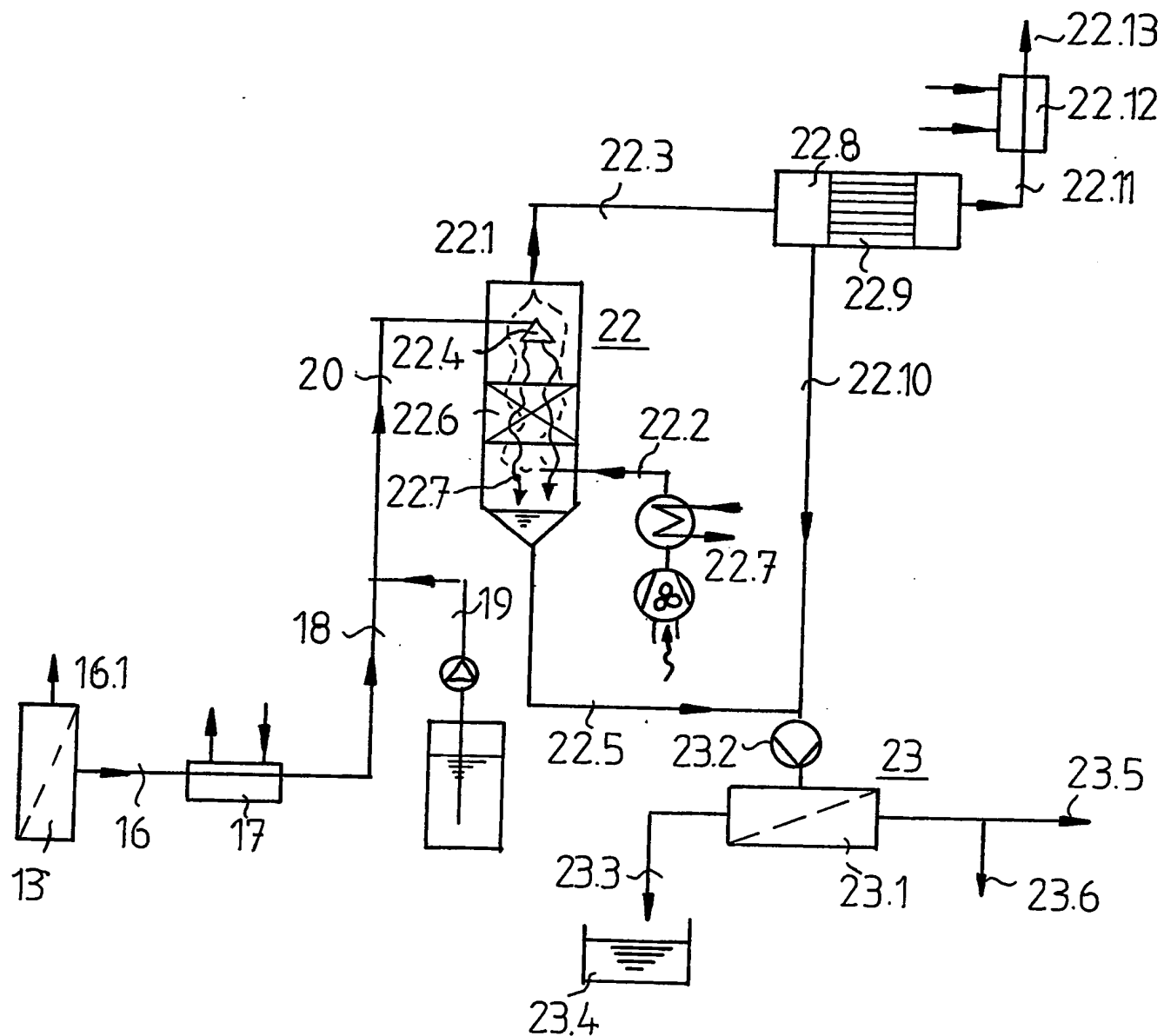


Fig. 3

4/10

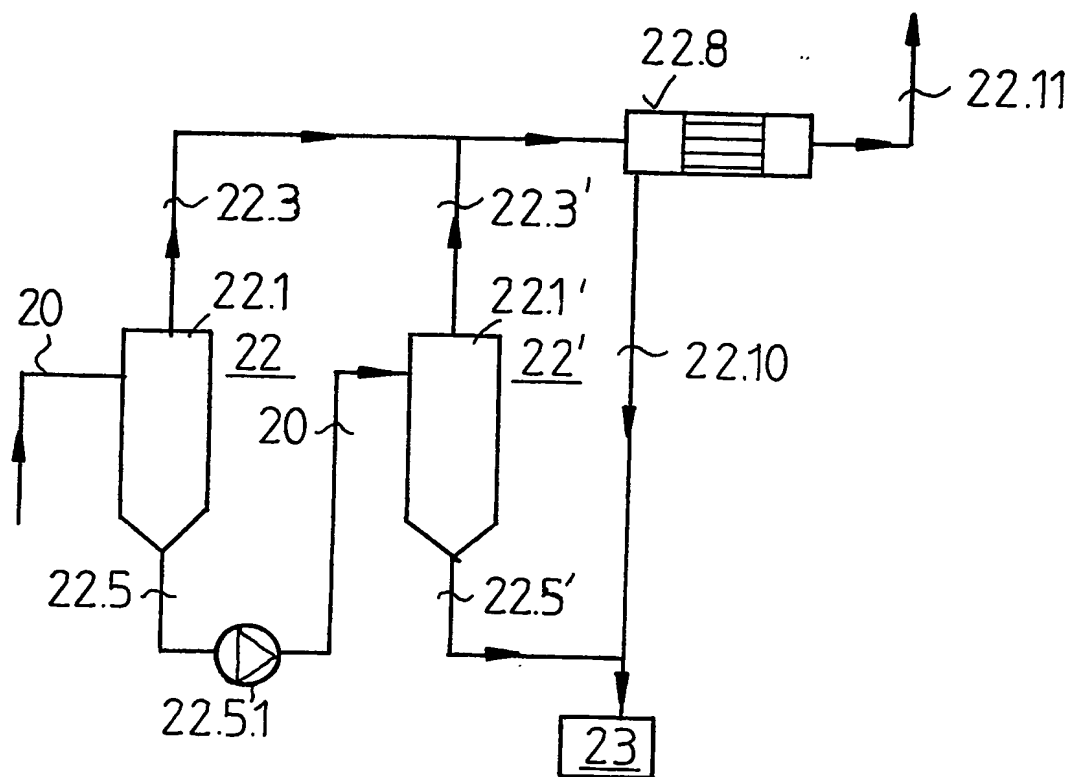


Fig. 3.1

5/10

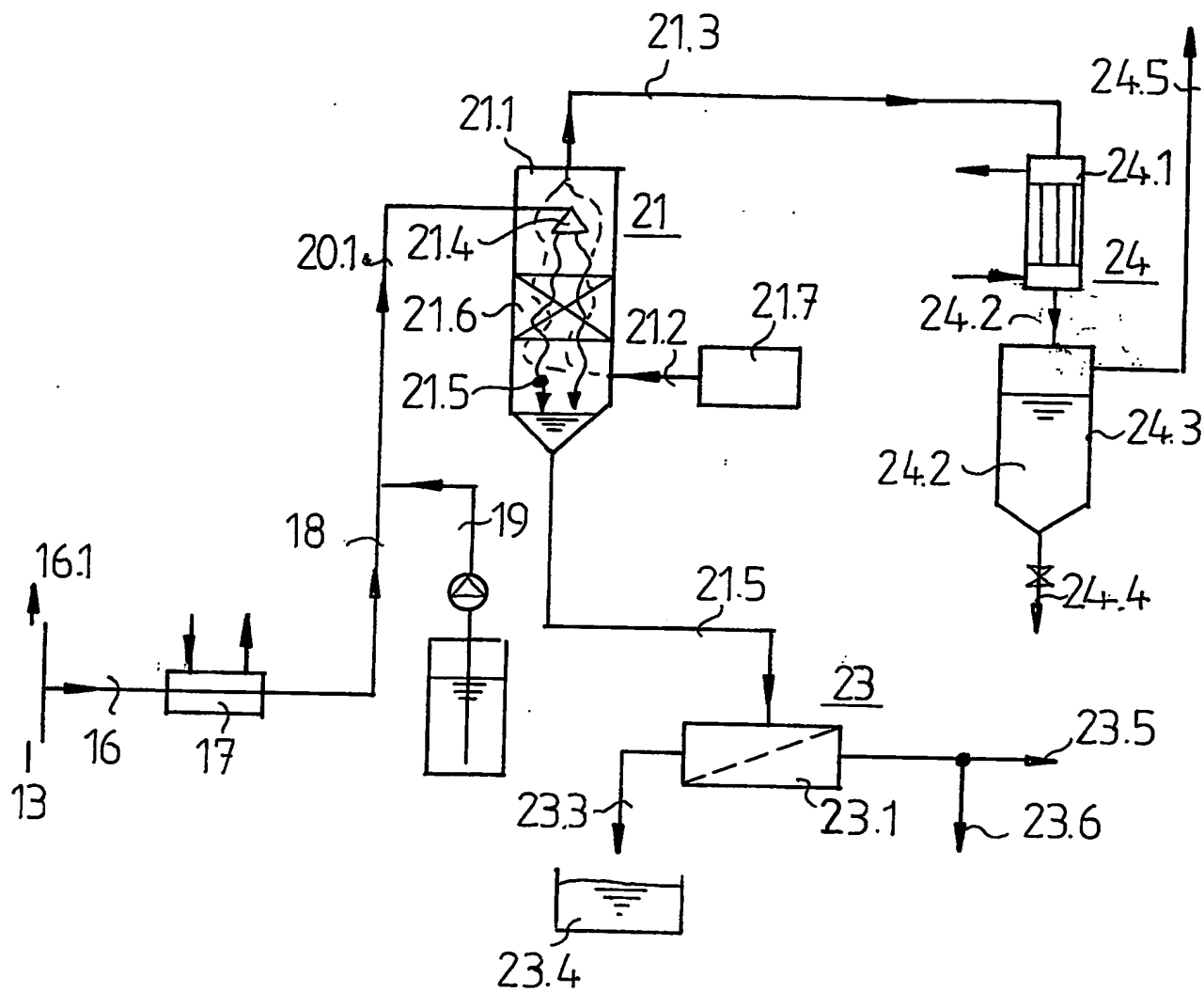


Fig. 4

6/10

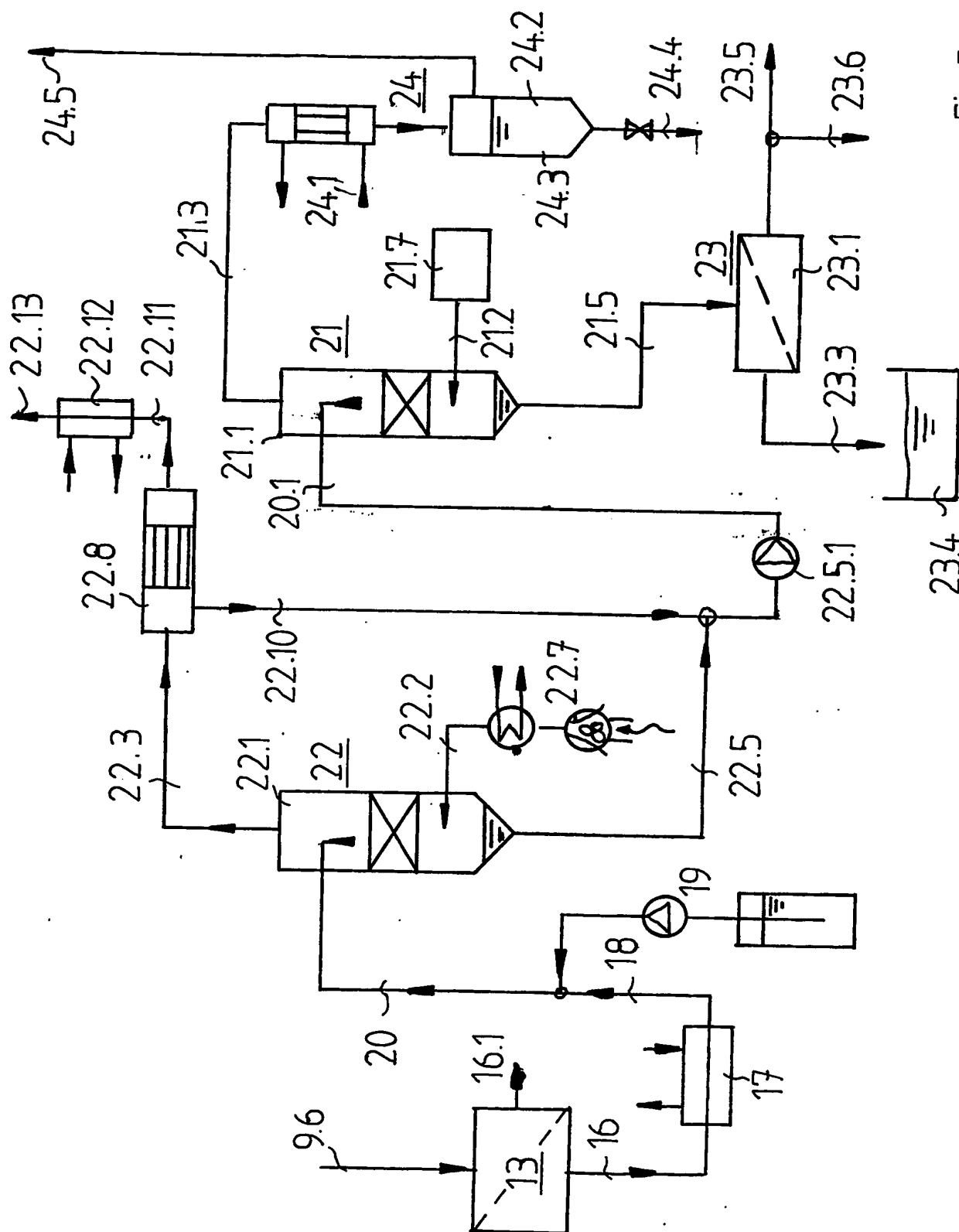


Fig. 5

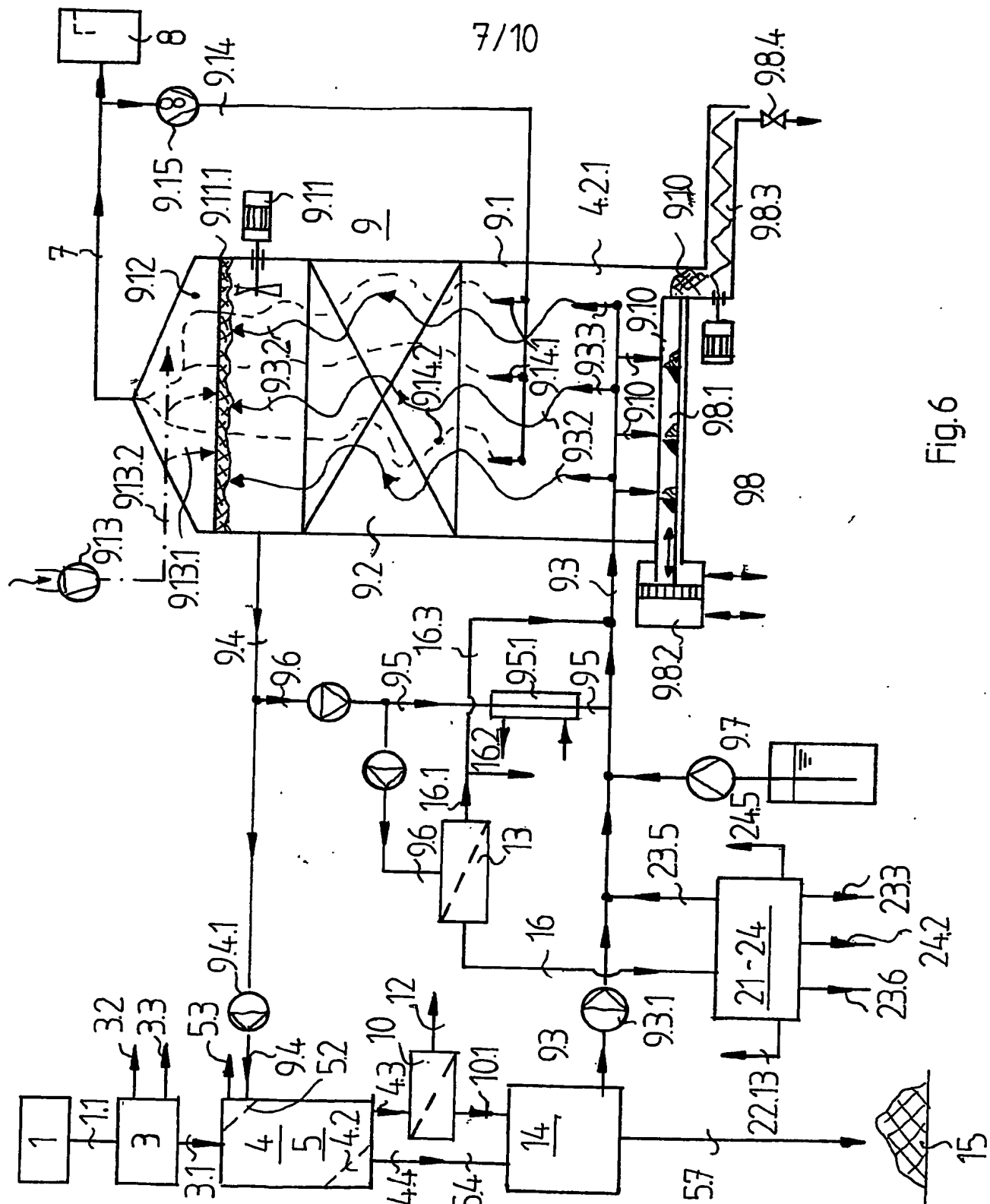


Fig.6

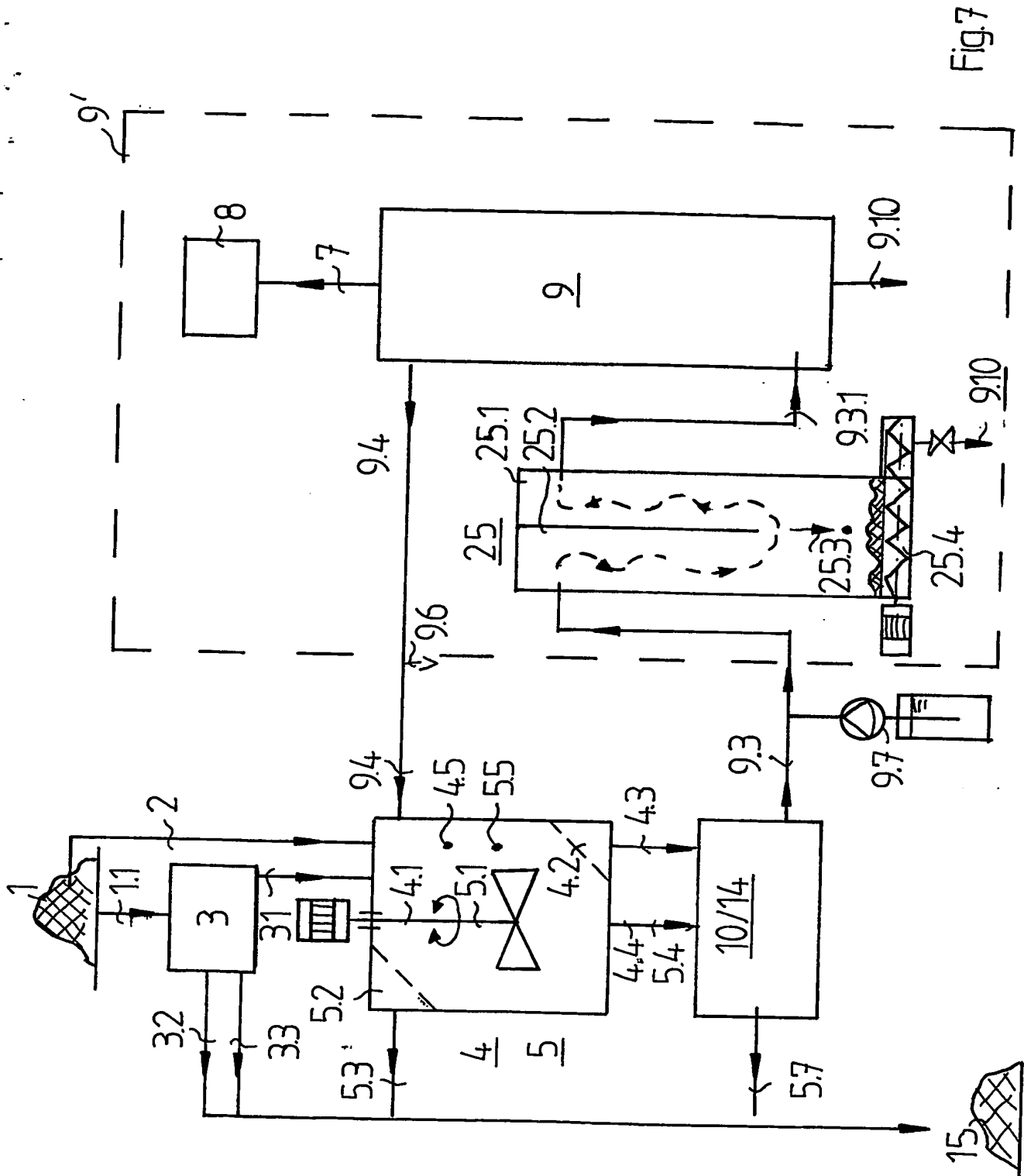


Fig. 7

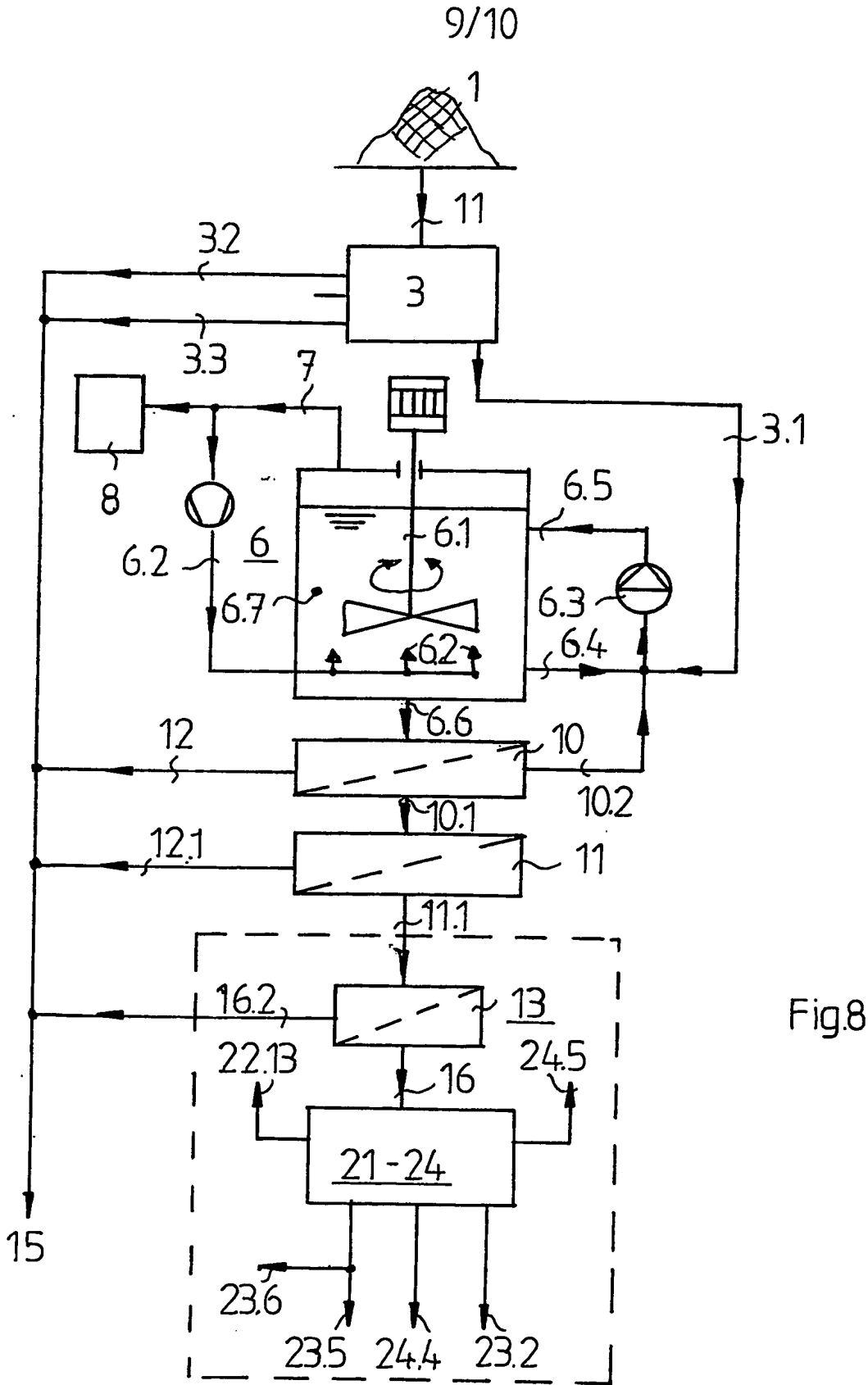


Fig.8

10/10

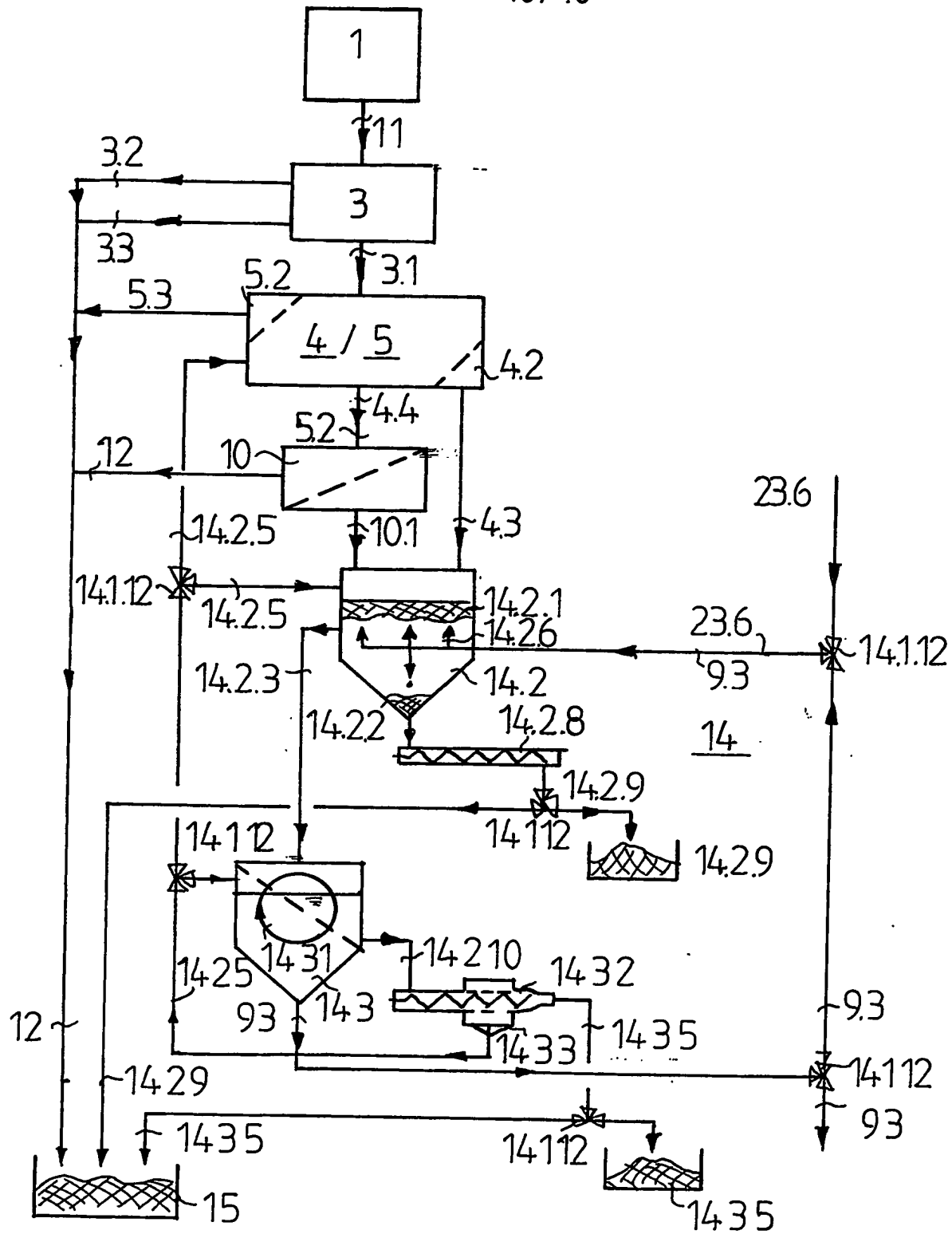


Fig. 9